サーボアンプの高調波抑制対策について

2015年2月

一般社団法人日本電機工業会
サーボ業務専門委員会
サーボ技術専門委員会

はじめに

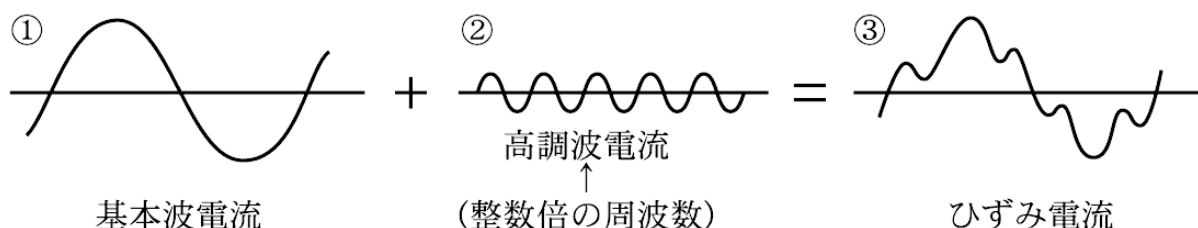
近年、エレクトロニクス技術を応用した電気機器は急速な普及を示し、産業分野における省力化、自動化になくてはならない存在となっております。これに伴い、エレクトロニクス機器から発生する高調波電流が他の電気機器へ障害を与えるという問題が発生し、1994年9月に通商産業省（現：経済産業省）資源エネルギー庁から「高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」が制定されました。日本電気協会から、同ガイドラインに基づく、高調波抑制対策技術指針JEAG 9702が発行されております。

今回、2013年にJEAG 9702が改正されたことを受けて、本資料を改正しました。JEAG 9702の主な改正点は3.3を参照ください。また、「特定需要家におけるサーボアンプの高調波電流計算方法」（JEM-TR 225）は、2015年度の改正を予定しております。

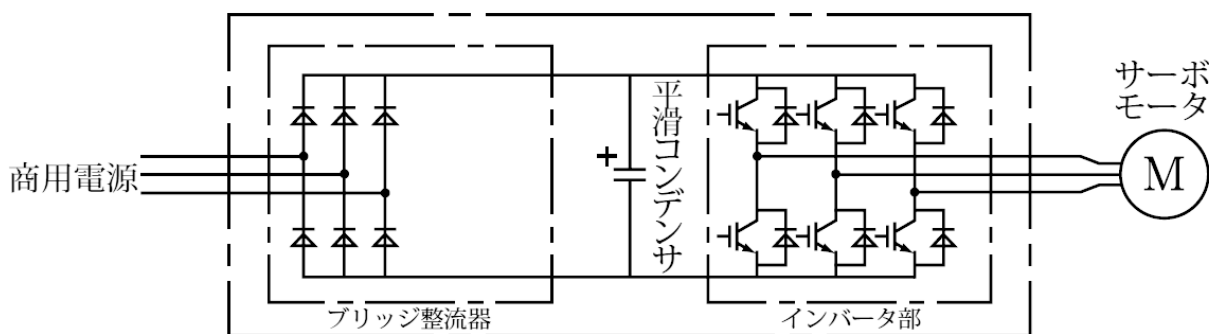
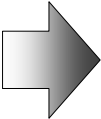
本資料は高調波と高調波抑制ガイドラインの概要及び対策方法についてご案内いたしますので、皆様のご理解、ご協力と対策促進をお願い申し上げます。

1. 高調波とその影響について

1.1 高調波とは

電力会社から供給される商用電源の正弦波を基本波と言い、この基本波の整数倍の周波数を持つ正弦波を高調波と言います。基本波に高調波が加わった電源波形は、ひずみ波形となります（図１参照）。機器の回路に整流回路とコンデンサを利用した平滑回路がある場合、入力電流波形がひずみ、高調波が発生します。

〔図1〕基本波と高調波

1.2 サーボアンプの高調波発生の原理（図2参照）

サーボアンプの電源側から供給された交流電流はブリッジ整流器で整流された後、コンデンサで平滑され、直流となってインバータ部に供給されます。この平滑コンデンサを充電するために、交流入力電流は高調波を含んだひずみ波形となります。このため高調波電流と電源インピーダンスにより高調波電圧が発生し、電圧波形がひずみます。（一般に電源インピーダンスは小さいので、電圧波形のひずみは電流波形のひずみに比較して小さくなります)。

〔図2〕サーボアンプの内部回路

1.3　高調波障害例

機器から発生した高調波は、電線を伝わり、他の設備や機器に次の影響を及ぼす場合があります。

機　器	障害例
電力用コンデンサ	加熱、振動、騒音
漏電遮断器	誤動作
ステレオ	雑音
テレビ	画像のちらつき
モータ	振動、騒音

・機器の効率低下
・部品劣化

〔図3〕高調波障害例

2. 高調波抑制対策の概要

高調波は、高調波発生機器を有する需要家の構内にとどまらず、当該電力系統に接続されている機器に影響するため、1994年9月に通商産業省（現：経済産業省）資源エネルギー庁から「高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」が発行されています。ガイドラインは、高圧又は特別高圧で受電する需要家（特定需要家）が高調波発生機器を新設、増設又は更新する際や契約電力、受電電圧を変更する際に、その需要家から流出する高調波電流の上限値を規定したものです。

サーボアンプは高調波発生機器であり、対象になる需要家は、ガイドラインの定める等価容量計算や高調波流出電流の計算に従った判定により上限値以下になるよう必要な対策を行わなければなりません。

ガイドラインでは、高調波抑制対策の基本的事項が示されていますが実務面の具体的な運用は記載されてはいないため、 JEAG 9702 を用いて対策を実施します。また、 一般社団法人 日本電機工業会では、特にサーボアンプに関係した事項を説明した技術資料「特定需要家におけるサーボアンプの高調波電流計算方法」（JEM-TR 225）を発行しています（2015年度改正予定)。

ガイドラインの対象にならない需要家に対しても、高調波による障害を防ぐために、一般社団法人　日本電機工業会は、サーボアンプの高調波発生量の抑制対策を実施していただくことを推奨しており、「サーボアンプ（入力電流20A以下）の高調波抑制指針」（JEM-TR 227）を発行しております。

3. サーボアンプの高調波抑制対策方法

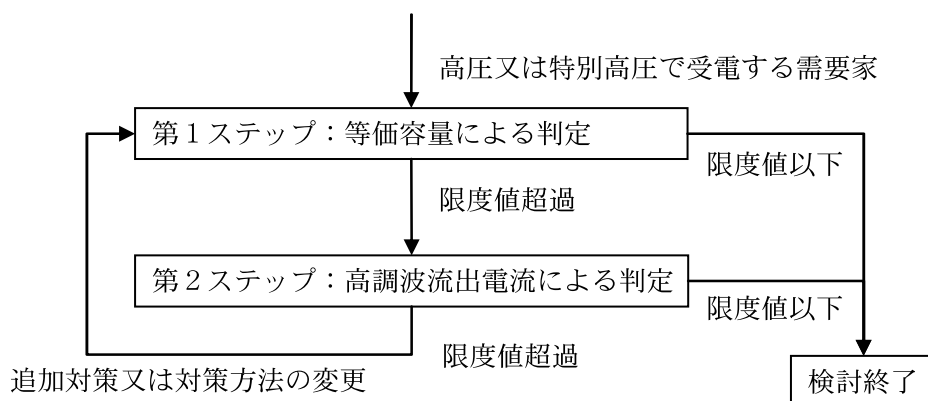
3.1 「高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」への対応

JIS C 61000-3-2（電磁両立性-第3-2部：限度値-高調波電流発生限度値（1相当たりの入力電流が20A以下の機器））の適用を受ける機械・装置は、ガイドラインでの高調波発生量の計算対象から除外できます。

サーボアンプ単体及び20A超を超える機械・装置は、JIS C 61000-3-2の適用範囲に含まれないため、全ての機種で計算対象となります。サーボアンプを組み込んで製造された、1相当たりの入力電流が20A以下の機械・装置は、JIS C 61000-3-2に従う必要があり、それらの装置はガイドラインでの高調波発生量の計算対象から除外できます。

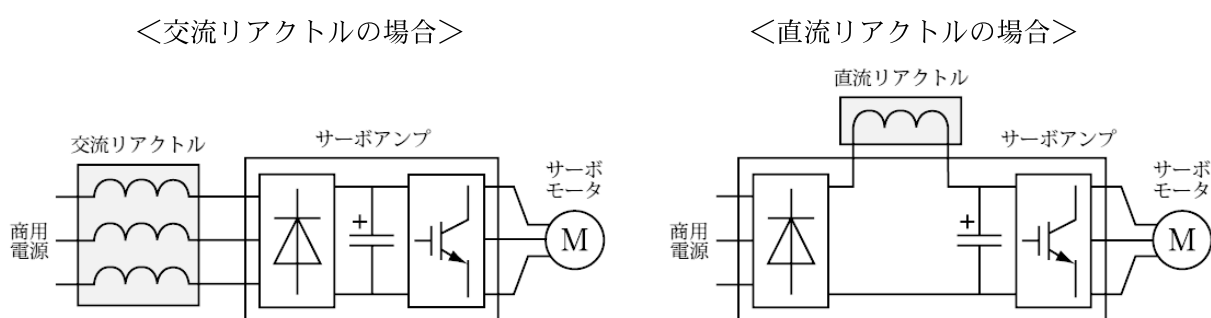
〔表1〕高調波発生量の計算の対象/非対象

機器範囲	JIS C 61000-3-2	ガイドライン
サーボアンプ単体	対象外	対象
サーボアンプが組み込まれた機械･装置(20A超)	対象外	対象
サーボアンプが組み込まれた機械･装置(20A以下)	対象	対象外

ガイドラインでの検討は、等価容量によって判定する第１ステップと、高調波流出電流によって判定する第２ステップに分かれます。第１ステップでは、高調波発生機器の回路種別に応じて定められた換算係数と各機器の定格容量とから等価容量を算出し、限度値を下回っているかを判定します。換算係数は、各社のカタログ又は仕様書* に記載されています。第１ステップで限度値を上回っていた場合には、第２ステップとして高調波流出電流を算出し、限度値が下回っているかを判定します。詳細に高調波流出電流を算出しても限度値を上回っている場合には、高調波の追加対策を実施し、高調波の抑制を図った上で第１ステップから算出し直すことになります。

〔図4〕ガイドラインの検討ステップ（概要）

3.2　高調波の追加抑制対策

サーボアンプでの高調波抑制対策としては、メーカの発行するカタログ及び取扱説明書で推奨する交流リアクトル若しくは直流リアクトル又はそれ相当の機器を接続する方法（図５参照）やPWMコンバータの採用があります。それらの機器はサーボアンプ装置に内蔵される場合があります。

サーボアンプ単体でなく、設備全体での高調波抑制対策としては、アクティブフィルタやLC形フィルタ、直列リアクトル付き進相コンデンサの導入、多パルス化などがあります。

※単相入力機種は各メーカの指定する方法に従って下さい。

〔図5〕リアクトルの接続例

* 日本電機工業会では、使用者の混乱を避けるため、サーボ全体のカタログ、個別機種のカタログ、個別機種のカタログがない特注品の場合はその仕様書に、高調波発生の有無及び換算係数を記載する方針としております。

3.3　高調波抑制対策技術指針 JEAG 9702 の主な改正点

JEAG 9702 は、2013年に18年振りに改正されました。主な改正点は次の通りです。

①製造業者における高調波発生機器の明示に関する規定追加

高調波発生機器の抽出漏れが生じないように、製造業者は高調波発生機器を明示することを新たに規定されたことを受け、各社のカタログ又は仕様書* に換算係数を記載することになりました。

②高調波発生機器の換算係数の最新化（表２参照）

③「ビル全体の最大稼働率」の設定

ビル全体の最大稼働率が設定されたことで、機器毎に最大稼働率の設定が不要になりました。ビルは「事務所・ホテル・店舗・学校等の主たる使用機器が空調や照明等である建物」と定義されています。

④直列リアクトル付進相コンデンサを設置する場合の高調波低減効果に関する規定追加

直列リアクトル付進相コンデンサを高圧側に設置する場合には、系統側の高調波電圧低減に大きな効果があるため、直列リアクトル付進相コンデンサを設置した需要家の高調波流出電流の算出について低減係数が設けられました。

⑤個々のケースに応じた「計算書」の作成方法、説明の追加

〔表2〕換算係数(JEAG 9702：2013の表201-2-1からサーボアンプで用いる換算係数を抜粋)

回路分類	回路種別			換算係数 K_i
1	三相ブリッジ	1-1	6パルス変換装置	K_{11}=1
3	三相ブリッジ (コンデンサ平滑)	3-1	6パルス変換装置 リアクトルなし	K_{31}=3.4
		3-2	6パルス変換装置 リアクトルあり(交流側)	K_{32}=1.8
		3-3	6パルス変換装置 リアクトルあり(直流側)	K_{33}=1.8
		3-4	6パルス変換装置 リアクトルあり(交流側･直流側)	K_{34}=1.4
4	単相ブリッジ (コンデンサ平滑、 倍電圧整流方式)	4-1	リアクトルなし†	K_{41}=2.3
		4-2	リアクトルあり(交流側)†	K_{42}=0.35
	単相ブリッジ (コンデンサ平滑、 全波整流方式)	4-3	リアクトルなし‡	K_{43}=2.9
		4-4	リアクトルあり(交流側)‡	K_{44}=1.3
10	その他	10		K_{10}=申告値

注† JEM-TR 201:2007では、リアクトル容量の前提条件の見直しにより、K_{41}=3.32、K_{42}=1.67としていたが、JEAG 9702の改正を受け、今後は、JEAG 9702:2013の値を用いる。

‡ 従来は、倍電圧整流方式の単相ブリッジ(コンデンサ平滑)として K_{41} 及び K_{42} が決められていたが、JEAG 9702の改正により、全波整流方式と倍電圧整流方式の二つに分けられ、単相ブリッジ(コンデンサ平滑、全波整流方式)の換算係数が追加された。

＜参考文献＞

・「高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」(1994年9月)旧通商産業省

・「高調波抑制対策技術指針」JEAG 9702:2013（2013年10月）一般社団法人 日本電気協会

＜日本電機工業会技術資料＞

・JEM-TR 225 「特定需要家におけるサーボアンプの高調波電流計算方法」（現在改正作業中）

・JEM-TR 227 「サーボアンプ（入力電流20A以下）の高調波抑制指針」（2003年12月制定）

〒102-0082 東京都千代田区一番町17番地4　TEL (03) 3556-5885
ホームページアドレス http://www.jema-net.or.jp

重 201410 (27.2)
産 5209